

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-239305

(43)Date of publication of application : 12.09.1995

(51)Int.Cl.

G01N 21/88

G01B 11/24

G01B 11/30

G02B 5/18

G02B 27/46

(21)Application number : 06-028361 (71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 25.02.1994 (72)Inventor : MIYAZAKI YOKO
TANAKA HITOSHI
KOSAKA NORIYUKI
MITSUDA HIROSHI

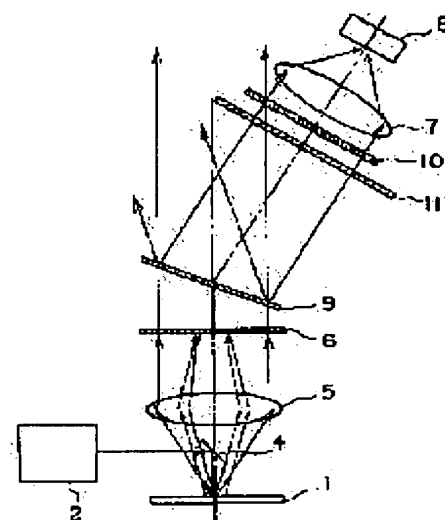
(54) FOURIER TRANSFORM OPTICAL DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a Fourier transform optical device high in SN ratio efficiently separating the detection signal of defect or pattern edge desired to be extracted and the light signal from a pattern incapable of being cut off by a spatial frequency filter such as background noise or stray light unnecessary in detection.

CONSTITUTION: A diffraction lattice 9 is arranged behind a Fourier transform lens 5 at a Bragg angle satisfying a Bragg condition or at an angle vertical to an optic axis and the diffracted light from the diffraction lattice 9 is detected as detection light by a signal detection means 8.

Further, a polarizing plate 10 is arranged in front of the signal detection means 8 in a light path and a 1/4 wavelength plate 11 is arranged between the reference matter 1 in the light path and the polarizing plate 10.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

09.02.2000

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application
other than the examiner's decision of
rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3253791

[Date of registration] 22.11.2001

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 22.11.2004

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 2 3 9 3 0 5

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 9 月 1 2 日

(51) Int. Cl. °	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G01N 21/88	E	7172-2J		
G01B 11/24	F			
11/30	C			
G02B 5/18				
27/46				

審査請求 未請求 請求項の数 1 4 O L (全 1 3 頁)

(21) 出願番号	特願平 6 - 2 8 3 6 1	(71) 出願人	0 0 0 0 0 6 0 1 3 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号
(22) 出願日	平成 6 年 (1994) 2 月 2 5 日	(72) 発明者	宮崎 陽子 尼崎市塚口本町 8 丁目 1 番 1 号 三菱電機株式会社生産技術研究所内
		(72) 発明者	田中 均 尼崎市塚口本町 8 丁目 1 番 1 号 三菱電機株式会社生産技術研究所内
		(72) 発明者	小坂 宣之 尼崎市塚口本町 8 丁目 1 番 1 号 三菱電機株式会社生産技術研究所内
		(74) 代理人	弁理士 田澤 博昭 (外 1 名)

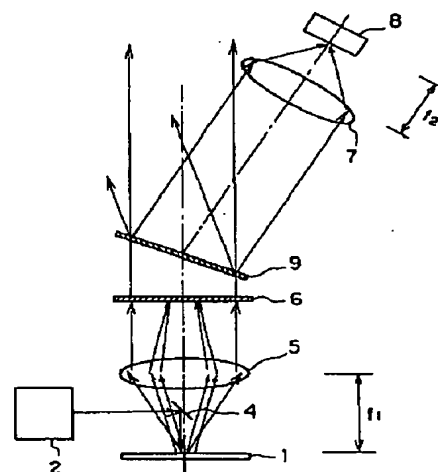
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フーリエ変換光学系装置

(57) 【要約】

【目的】 抽出したい欠陥やパターンエッジ等の検出信号と、検出に不要な背景ノイズや迷光などの空間周波数フィルタで遮断できないパターンからの光信号とを効率よく分離し、S N 比の高いフーリエ変換光学装置を得る。

【構成】 フーリエ変換レンズ 5 の後方に、ブラッグの条件を満たすブラッグ角で、あるいは光軸に対して垂直に回折格子 9 を配置して、この回折格子 9 で回折された回折光を検出光として信号検出手段 8 で検出し、また、前記光路中の信号検出手段 8 の前方に偏光板 10 を配置し、前記光路中の参照物体 1 と偏光板 10 の間に 1/4 波長板 11 を配置する。



- 1: 参照物体
- 2: 光源
- 4: 光導入手段 (反射ミラー)
- 5: フーリエ変換レンズ
- 6: 空間周波数フィルタ
- 7: フーリエ逆変換レンズ
- 8: 信号検出手段
- 9: 回折格子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 参照物体を照明するための光を放射する光源と、前記光源から放射される光を前記参照物体に照明光として導入する光導入手段と、前記参照物体から反射および回折散乱された光の一部を集めてフーリエ変換するフーリエ変換レンズと、前記フーリエ変換レンズの後焦点位置で光空間周波数フィルタリングを行うための空間周波数フィルタと、前記空間周波数フィルタを透過した光信号をフーリエ逆変換するフーリエ逆変換レンズと、前記フーリエ逆変換レンズでフーリエ逆変換された光信号を検出する信号検出手段とを備えたフーリエ変換光学系装置において、前記フーリエ変換レンズを透過した前記参照物体からの光信号を回折させる回折格子を前記フーリエ変換レンズの後方に配置したことを特徴とするフーリエ変換光学系装置。

【請求項 2】 参照物体を照明するための光を放射する光源と、前記光源から放射される光を前記参照物体に照明光として導入する光導入手段と、前記参照物体から反射および回折散乱された光の一部を集めてフーリエ変換するフーリエ変換レンズと、前記フーリエ変換レンズの後焦点位置で光空間周波数フィルタリングを行うための空間周波数フィルタと、前記空間周波数フィルタを透過した前記参照物体からの光信号を検出する信号検出手段とを備えたフーリエ変換光学系装置において、前記フーリエ変換レンズを透過した前記参照物体からの光信号を回折させる回折格子を前記フーリエ変換レンズの後方に配置することを特徴とするフーリエ変換光学系装置。

【請求項 3】 参照物体を照明するための光を放射する光源と、前記光源から放射される光を前記参照物体に照明光として導入する光導入手段と、前記参照物体から反射および回折散乱された光の一部を集めてフーリエ変換するフーリエ変換レンズと、前記フーリエ変換レンズを透過した光信号をフーリエ逆変換するフーリエ逆変換レンズと、前記フーリエ逆変換レンズでフーリエ逆変換された光信号を検出する信号検出手段とを備えたフーリエ変換光学系装置において、前記フーリエ変換レンズを透過した前記参照物体からの光信号を回折させる回折格子を前記フーリエ変換レンズの後方に配置したことを特徴とするフーリエ変換光学系装置。

【請求項 4】 参照物体を照明するための光を放射する光源と、前記光源から放射される光を前記参照物体に照明光として導入する光導入手段と、前記参照物体から反射および回折散乱された光の一部を集めてフーリエ変換するフーリエ変換レンズと、前記フーリエ変換レンズを透過した前記参照物体からの光信号を検出する信号検出手段とを備えたフーリエ変換光学系装置において、前記フーリエ変換レンズを透過した前記参照物体からの光信号を回折させる回折格子を前記フーリエ変換レンズの後方に配置したことを特徴とするフーリエ変換光学系装置。

【請求項 5】 前記参照物体と前記信号検出手段の間の光路中に、偏光板を配置したことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のフーリエ変換光学系装置。

【請求項 6】 前記参照物体と前記偏光板の間の光路中に、 $1/4$ 波長板を配置したことを特徴とする請求項 5 に記載のフーリエ変換光学系装置。

【請求項 7】 前記光源から放射される光が正入射の状態の前記参照物体に照射されるものであることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載のフーリエ変換光学系装置。

【請求項 8】 前記光源から放射される光が斜入射の状態の前記参照物体に照射されるものであることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載のフーリエ変換光学系装置。

【請求項 9】 前記信号検出手段の捕集する光信号が、前記回折格子にて回折された光のうちの 0 次以外の一つの回折光であることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載のフーリエ変換光学系装置。

【請求項 10】 前記信号検出手段の捕集する光信号が、前記回折格子にて回折された光のうちの 0 次以外の 2 つ以上の回折光であることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載のフーリエ変換光学系装置。

【請求項 11】 前記フーリエ逆変換レンズが集めてフーリエ逆変換を行う光信号が、前記回折格子にて回折された光のうちの 0 次以外の 2 つ以上の回折光であることを特徴とする請求項 1、3、5 あるいは 6 のいずれか 1 項に記載のフーリエ変換光学系装置。

【請求項 12】 前記回折格子が前記空間周波数フィルタの後方に配置されていることを特徴とする請求項 1、2、5 あるいは 6 のいずれか 1 項に記載のフーリエ変換光学系装置。

【請求項 13】 前記回折格子を、光軸が当該回折格子に対してブラッグ角となるように配置したことを特徴とする請求項 1、3、5 あるいは 6 のいずれか 1 項に記載のフーリエ変換光学系装置。

【請求項 14】 前記回折格子を光軸に対して垂直に配置したことを特徴とする請求項 2、4、5 あるいは 6 のいずれか 1 項に記載のフーリエ変換光学系装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、被検査物表面の欠陥や異物を検出する表面欠陥検査装置などに用いられるフーリエ変換光学系装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、パターンニングされた半導体集積回路や液晶平面ディスプレイ、光ディスク、ブラウン管のシャドウマスク、CCD 素子など、規則的に配列された被検パターン中の欠陥や異物を検出する欠陥検査装置として、レーザ光回折パターン空間周波数フィルタリング方式を用いたものがある。このようなレーザ光回折パ

ターン空間周波数フィルタリング方式を用いた欠陥検査装置の例としては、例えば特開平 1 - 1 5 8 3 0 8 号公報（名称「欠陥検査の方法及び装置」）に記載のものがある。

【 0 0 0 3 】 図 8 はそこで用いられている従来のフーリエ変換光学系装置を示す構成図である。図において、1 規則的な被検パターンを有する被検査物としての参照物体であり、2 はこの参照物体 1 を照明する光を放射するレーザ光源等の光源、3 および 4 はこの光源 2 から放射される光を参照物体 1 に照明光として導入する光導入手段を形成するレンズと反射ミラーである。5 は参照物体 1 から反射および回折散乱された光の一部を集めてフーリエ変換するフーリエ変換レンズであり、6 はこのフーリエ変換レンズ 5 のフーリエ変換面位置（後焦点位置）に配置されて光空間周波数フィルタリングを行うための空間周波数フィルタである。7 は空間周波数フィルタ 6 を透過した参照物体 1 からの光信号をフーリエ逆変換するフーリエ逆変換レンズであり、8 はフーリエ変換レンズ 5 およびフーリエ逆変換レンズ 7 によって結像された参照物体 1 の再生像を検出する位置に配置された工業用

テレビカメラなどによる信号検出手段である。

【 0 0 0 4 】 次に動作について説明する。光源 2 より放射された平行光は、レンズ 3 によって一旦集光された後、反射ミラー 4 で反射されてその光路が 90 度変更されてフーリエ変換レンズ 5 に入射する。このフーリエ変換レンズ 5 を出た光は平行光となって参照物体 1 に垂直入射する。参照物体 1 で反射された光のうちの回折光と散乱光は、フーリエ変換レンズ 5 にてフーリエ変換され、そのフーリエ変換面である後焦点面に配置された空間周波数フィルタ 6 に入射される。ここで、この空間周波数フィルタ 6 は、当該後焦点位置で正常パターンの回折パターンを写真乾板で露光、現像処理して作製されたもので、作製後、再び露光位置に正確に戻し固定したものである。この空間周波数フィルタ 6 に入射された光信号は、空間周波数フィルタ 6 に形成された遮断部によって正常パターンのフーリエ変換パターンとなる光成分がカットされて除去され、欠陥信号のみが遮断部以外を透過することになる。それをフーリエ逆変換レンズ 7 でフーリエ逆変換し、その結像面に配置された信号検出手段 8 としての工業用テレビカメラなどで撮像し、欠陥信号として観測する。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】 従来のフーリエ変換光学系装置は以上のように構成されているので以下のような問題点がある。すなわち、フーリエ変換光学系による空間周波数フィルタリングにおいて、空間周波数フィルタ 6 が理想的に完全なものとすることは物理的に不可能であるため、一般にはいかなる形態の材料を駆使しても形成できる遮光パターンの遮光性能には限界がある。そのために遮光できる参照物体 1 からの信号は特定のピッ

チの繰り返し成分に限られ、必ず透過してしまう正常な繰り返しパターンからの信号が残る。特に検査対象パターンが単純な繰り返しパターンではなく、さまざまなピッチが混ざっているような繰り返しパターンである場合には特にそれが顕著になる。この透過してしまう正常なパターンからの信号は検出器に抽出したい欠陥信号と同時に入射し、しかも最も一般的に行われている欠陥信号を像として検出する場合には、透過した正常なパターンの像と欠陥の像は見かけ上なんら区別がつかないため、欠陥の認識に単純に光っている点を欠陥として抽出するような画像処理技術のほかに、その中の正常なパターンだけを検出しない、もしくは選り分けるといった技術が必要になり、検査装置としてみた場合、装置が複雑になり、処理が繁雑になり、信号処理が難しくなってコストアップになり、ひいては検査速度が遅くなるなどの問題点があった。

【 0 0 0 6 】 またさらに、参照物体 1 上の正常な繰り返しパターンからの光の一部はフーリエ変換レンズ 5 を通過してその後焦点面に至り、背景ノイズになるといった問題点もある。これは、参照物体 1 からの正反射光あるいは直進光などの強い光強度成分がレンズを透過するとき、その透過するレンズの境界面で発生する裏面反射光が主な原因である。一般的なレンズコーティングによる裏面反射防止膜の反射率は 1 ~ 2 % 程度あり最高でも 0 . 2 % 程度に押えるのが限界で、物理的にゼロにすることはできないのが現状で、このため空間周波数フィルタリングによって微弱な信号を抽出しようとする場合、抽出したい信号の強度は遮断すべき信号強度の 1 万分の 1 から場合によってはさらに桁が小さいこともある。従って、この裏面反射光が欠陥信号に重なって信号検出手段 8 に到達してしまうことで大きなバックグラウンドノイズとなるため、抽出したい信号が埋もれてしまつて信号強度比（S/N 比）が低下することとなり、その結果、検出光学系そのものが検出感度に一定の限界を与えてしまうといった問題点もあった。

【 0 0 0 7 】 この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、第 1 の目的は、抽出したい欠陥信号とそれ以外の背景ノイズ光との間の S/N 比を大きくすることができるフーリエ変換光学系装置を得るものである。

【 0 0 0 8 】 また、この発明の第 2 の目的は、さらに抽出したい欠陥を偏光によって異物とパターン欠陥とに選別することができるフーリエ変換光学系装置を得るものである。

【 0 0 0 9 】 また、この発明の第 3 の目的は、さらに抽出したい欠陥を偏光によって選別する際の S/N 比を大きくすることができるフーリエ変換光学系装置を得るものである。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】 請求項 1 に記載の発明に

係るフーリエ変換光学系装置は、参照物体からフーリエ変換レンズ、空間周波数フィルタおよびフーリエ逆変換レンズを経て信号検出手段に至る光路内の、フーリエ変換レンズの後方に回折格子を配置したものである。

【 0 0 1 1 】 また、請求項 2 に記載の発明に係るフーリエ変換光学系装置は、参照物体からフーリエ変換レンズおよび空間周波数フィルタを経て信号検出手段に至る光路内の、フーリエ変換レンズの後方に回折格子を配置したものである。

【 0 0 1 2 】 また、請求項 3 に記載の発明に係るフーリエ変換光学系装置は、参照物体からフーリエ変換レンズおよびフーリエ逆変換レンズを経て信号検出手段に至る光路内の、フーリエ変換レンズの後方に回折格子を配置したものである。

【 0 0 1 3 】 また、請求項 4 に記載の発明に係るフーリエ変換光学系装置は、参照物体からフーリエ変換レンズを経て信号検出手段に至る光路内の、フーリエ変換レンズの後方に回折格子を配置したものである。

【 0 0 1 4 】 また、請求項 5 に記載の発明に係るフーリエ変換光学系装置は、参照物体から信号検出手段に至る光路内に、さらに偏光板を配置したものである。

【 0 0 1 5 】 また、請求項 6 に記載の発明に係るフーリエ変換光学系装置は、光路の参照物体と偏光板の間に、さらに 1 / 4 波長板を配置したものである。

【 0 0 1 6 】 また、請求項 7 に記載の発明に係るフーリエ変換光学系装置は、参照物体を正入射の光で照明するようにしたものである。

【 0 0 1 7 】 また、請求項 8 に記載の発明に係るフーリエ変換光学系装置は、参照物体を斜入射の光で照明するようにしたものである。

【 0 0 1 8 】 また、請求項 9 に記載の発明に係るフーリエ変換光学系装置は、回折格子によって回折した光信号のうちの 0 次以外のものを 1 つ選択し、それを検出光としたものである。

【 0 0 1 9 】 また、請求項 1 0 に記載の発明に係るフーリエ変換光学系装置は、回折格子によって回折した光信号のうちの 0 次以外のものを複数選択し、それを検出光としたものである。

【 0 0 2 0 】 また、請求項 1 1 に記載の発明に係るフーリエ変換光学系装置は、回折格子によって回折した光信号のうちの 0 次以外のものを複数選択し、それをフーリエ逆変換レンズでフーリエ逆変換するものである。

【 0 0 2 1 】 また、請求項 1 2 に記載の発明に係るフーリエ変換光学系装置は、回折格子を空間周波数フィルタの後方に配置したものである。

【 0 0 2 2 】 また、請求項 1 3 に記載の発明に係るフーリエ変換光学系装置は、回折格子をブラッグ角に配置するようにしたものである。

【 0 0 2 3 】 また、請求項 1 4 に記載の発明に係るフーリエ変換光学系装置は、回折格子を光軸に垂直に配置す

るようにしたものである。

【 0 0 2 4 】

【作用】 請求項 1 に記載の発明における回折格子は、参照物体からフーリエ変換レンズ、空間周波数フィルタ、フーリエ逆変換レンズを経て信号検出手段に至る光路内のフーリエ変換レンズの後方に配置され、フーリエ変換後の平行光およびそれに近い波面の光成分を回折させることにより、背景ノイズとなる消え残りパターンや、光学素子からの裏面反射光等の迷光を最小限度におさえて、高い S N 比にて検出信号を得ることができるフーリエ変換光学系装置を実現する。

【 0 0 2 5 】 また、請求項 2 に記載の発明における回折格子は、参照物体からフーリエ変換レンズ、空間周波数フィルタを経て信号検出手段に至る光路内のフーリエ変換レンズの後方に配置され、フーリエ変換後の平行光およびそれに近い波面の光成分を回折させることにより、背景ノイズとなる消え残りパターンや、光学素子からの裏面反射光等の迷光を最小限度におさえて、高い S N 比にて検出信号を得ることができるフーリエ変換光学系装置を実現する。

【 0 0 2 6 】 また、請求項 3 に記載の発明における回折格子は、参照物体からフーリエ変換レンズ、フーリエ逆変換レンズを経て信号検出手段に至る光路内のフーリエ変換レンズの後方に配置され、フーリエ変換後の平行光およびそれに近い波面の光成分を回折させることにより、背景ノイズとなる消え残りパターンや、光学素子からの裏面反射光等の迷光を最小限度におさえて、高い S N 比にて検出信号を得ることができるフーリエ変換光学系装置を実現する。

【 0 0 2 7 】 また、請求項 4 に記載の発明における回折格子は、参照物体からフーリエ変換レンズを経て信号検出手段に至る光路内のフーリエ変換レンズの後方に配置され、フーリエ変換後の平行光およびそれに近い波面の光成分を回折させることにより、背景ノイズとなる消え残りパターンや、光学素子からの裏面反射光等の迷光を最小限度におさえて、高い S N 比にて検出信号を得ることができるフーリエ変換光学系装置を実現する。

【 0 0 2 8 】 また、請求項 5 に記載の発明における偏光板は、参照物体から信号検出手段に至る光路内に配置され、検出光の偏光成分を S と P で自由に選択可能とすることにより、検出光を背景ノイズ光や除去したいパターン光から確実に分離して、検出信号の S N 比をより高いものとする。

【 0 0 2 9 】 また、請求項 6 に記載の発明における 1 / 4 波長板は、光路の参照物体と偏光板の間に配置され、光路内で往復する光の偏光面を変えることにより、背景ノイズ光を減らして、検出信号の S N 比をさらに高いものとする。

【 0 0 3 0 】 また、請求項 7 に記載の発明におけるフーリエ変換光学系装置は、光源からの光を正入射の状態

7

参照物体に照射することにより、参照物体からの全ての反射光をフーリエ変換レンズが最大限に受光できるようにする。

【 0 0 3 1 】 また、請求項 8 に記載の発明におけるフーリエ変換光学系装置は、光源からの光を斜入射の状態では参照物体に照射することにより、参照物体からの反射散乱光をフーリエ変換レンズが最大限に受光し、かつ迷光源となる正反射光は受光しないですむようする。

【 0 0 3 2 】 また、請求項 9 に記載の発明における信号検出手段は、回折格子によって回折した光信号のうちから、参照物体のパターン形状で定まる特定の次数の回折光で光強度が強いものを選択することにより、1 次以外の次数の回折光により回折効率の高いものがある場合、それを検出光として選択することを可能とする。

【 0 0 3 3 】 また、請求項 1 0 に記載の発明における信号検出手段は、回折格子によって回折した光信号のうちから、参照物体のパターン形状で定まる特定の次数の回折光で光強度が強いものを複数選択することにより、回折光の回折角が小さな場合の信号検出を容易にする。

【 0 0 3 4 】 また、請求項 1 1 に記載の発明におけるフーリエ逆変換レンズは、回折格子によって回折した光信号のうちから、参照物体のパターン形状で定まる特定の次数の回折光で光強度が強いものを複数集めることにより、検出光を捕集する際の物理的な制約を緩和する。

【 0 0 3 5 】 また、請求項 1 2 に記載の発明における回折格子は、空間周波数フィルタの後方に配置されることにより、空間周波数フィルタを透過した光信号のみの回折をする。

【 0 0 3 6 】 また、請求項 1 3 に記載の発明における回折格子は、光軸に対してブラッグ角となるように配置されることにより、最大の回折効率で光信号を回折する。

【 0 0 3 7 】 また、請求項 1 4 に記載の発明における回折格子は、光軸に対して垂直に配置されることにより、入射される光信号の光路差が等しく波面の条件も同一の状態では光信号を回折する。

【 0 0 3 8 】

【 実施例 】

実施例 1. 以下、この発明の実施例 1 を図について説明する。図 1 は請求項 1、7、1 2 および 1 3 に記載した発明の一実施例によるフーリエ変換光学系装置を示す構成図である。図において、1 は被検査物である参照物体、2 は光源、4 は光導入手段としての反射ミラー、5 はフーリエ変換レンズ、6 は空間周波数フィルタ、7 はフーリエ逆変換レンズ、8 は工業用テレビカメラなどによる信号検出手段であり、図 8 に同一符号を付した従来のそれらと同一、あるいは相当部分であるため詳細な説明は省略する。また、9 はそれらによって構成される光学系の光路中のフーリエ変換レンズ 5 の後方（この場合には空間周波数フィルタ 6 の後方）にブラッグの条件を満たすブラッグ角で設置され、フーリエ変換レンズ 5 を透

8

過した光の回折を行う回折格子である。 f_1 はフーリエ変換レンズ 5 の焦点距離で、参照物体 1 はこのフーリエ変換レンズ 5 より当該焦点距離 f_1 だけ離れた位置に配置されている。 f_2 はフーリエ逆変換レンズ 7 の焦点距離で、信号検出手段 8 はこのフーリエ逆変換レンズ 7 より当該焦点距離 f_2 だけ離れた欠陥検出位置に配置されている。

【 0 0 3 9 】 また、空間周波数フィルタ 6 として、従来例ではフーリエ変換レンズ 5 の後焦点位置で正常パターンの回折パターンを写真乾板で露光して作製され、現像処理後、再び露光位置に正確に戻し固定したものとして説明したが、被検パターンによっては単純な十字パターンの遮光板やスパイダーマスクと呼ばれる放射状の遮光板などの任意の形状に遮光部分を形成した遮光板であってもよく、また間接的に写真で撮影したパターンを模してプリンターなどで印刷したような単純な遮光マスクで代用できる場合もある。

【 0 0 4 0 】 次に動作について説明する。ここではまず、回折格子 9 の作用について説明する。この回折格子 9 は参照物体 1 からフーリエ変換レンズ 5、空間周波数フィルタ 6、フーリエ逆変換レンズ 7 を経て信号検出手段 8 に至る光路のフーリエ変換レンズ 5 の後方に挿入されて、フーリエ変換レンズ 5 を透過した後の光信号を、平行光に近い状態のものとそうでないものとに効率よく分離するものである。この回折格子 9 の回折効率は入射角に依存するため、平行光に近い波面が最適な入射角で入射するとその光信号を高い効率で回折するが、平行光とは異なる例えば球面波のような波面をもつ光信号は入射角が一定でないために回折効率が低くなる。この性質を利用して、フーリエ変換面ではほぼ平行光になっている欠陥からの光と、平行光ではない波面の光となっているそれ以外の光とを、この回折格子 9 で効率よく分離するものである。

【 0 0 4 1 】 この作用は、正常な繰り返しパターンからの光についても、フーリエ変換レンズ 5 を透過した後の光は、フーリエ変換レンズ 5 の後焦点面すなわちフーリエ変換面に至る前後で収束光あるいは発散光となっているため、このフーリエ変換面に置かれた回折格子 9 の回折効率は同様に低くなり、信号検出手段 8 には到達し難い状態となる。すなわち欠陥検査装置にこのようなフーリエ変換光学系装置を採用し、回折格子 9 で回折した光を欠陥検出系に導入するようにすることで、信号検出手段 8 が配置されている欠陥検出位置では、抽出したい欠陥信号とそれ以外の背景光との間の S/N 比を大きくすることが可能となる。従って、欠陥検出に必要なノイズ成分光が最小となり、検出効率の高い欠陥検査装置を得ることができる。

【 0 0 4 2 】 また、参照物体 1 が繰り返しを持たないパターンであったとしても、パターンからの光のうち、エッジからの光成分と平面からの光成分とは、平行光とそ

うでない光として同様に分離できることから、パターンエッジ抽出光学系として利用できるの、従来画像処理装置内で電気的に行っていた輪郭線抽出処理等を省略することが可能となる。従って、この発明のフーリエ変換光学系装置は繰り返しパターンを対象とした欠陥検査装置としてばかりでなく、抽出した特徴を目的の情報に加工処理して検査を行う他の検査装置や認識光学系、例えばプリント基板検査装置やTF-T-LCD等の検査装置、ロボットビジョンなどの認識のための光学系や光コンピューティングのための光学系等としても幅広く応用

$$Q = 2\pi\lambda, T/n, \Lambda^2$$

λ : 入射光の波長 (空気中)

T : 回折格子の周期構造の厚さ

n : 回折格子の屈折率

Λ : 回折格子の周期

【0045】通常、この Q の値によって回折格子9が薄いか厚いかの区別を行っている。すなわち、 $Q < 1$ であれば薄い回折格子、 $Q > 10$ であれば厚い回折格子として取り扱われ、 $1 \leq Q \leq 10$ であれば前二者の中間型として取り扱われる。この Q 値が10より大きい厚い回折格子、いわゆるボリュームタイプで位相型の回折格子の回折効率は理論上100%であるが、 Q 値が1以下の薄い回折格子は理論上では最高33.6%にしかならな

$$\theta_1 = \sin^{-1} [\lambda / 2n, \Lambda] \quad \dots \dots (2)$$

【0048】なお、大気中に射出されるものであるため、その分の修正を加えたブラッグ角 θ_{11} は、次の

$$\theta_{11} = \sin^{-1} [n, \sin \theta_1] \quad \dots \dots (3)$$

【0050】ここで、回折格子9の周期構造の厚さ T として写真感光材料の厚みを想定すれば $T = 5 \sim 15 \mu m$ となるので、それを仮に $10 \mu m$ と仮定すると、ブラッグの条件をほぼ満足する許容角度変化条件 $\Delta\theta$ は、次の

$$2\Delta\theta = 2\Lambda/T \quad \dots \dots (4)$$

【0052】従って、この許容角度変化条件 $\Delta\theta$ を加味した大気中に射出されることによる修正を加えたブラッグ角 θ は、次の(5)式より $\theta_1 = 0.088$ 度と計

$$\theta_1 = [\sin^{-1} \{n, \sin(\theta_1 - \Delta\theta)\} - \sin^{-1} \{n, \sin(\theta_1 + \Delta\theta)\}] / 2 \quad \dots (5)$$

【0054】この場合、(2)式に前述の入射光の波長 $\lambda = 514.5 \text{ nm}$ 、回折格子9の周期構造の厚さ $T = 10 \mu m$ 、回折格子の屈折率 $n = 1.5$ 、回折格子9の周期 $\Lambda = 0.001 \text{ mm}$ を代入すれば、この回折格子9の Q 値は $Q \approx 21.6$ となり厚い回折格子、すな

$$\chi = \pi n_1 / \lambda,$$

n_1 : 屈折率差 ($|n - n_1|$)

$$\eta = \sin^2 (\chi T / \cos \theta_1) \quad \dots \dots (7)$$

【0057】この場合、この回折格子9では整合条件 χ が $\chi = 3.1 \mu m^{-1}$ となるため、その回折効率 η は $\eta = 0.265$ となる。すなわち、この回折格子9は1次光が入射光に対して回折効率約27%の強度を持つことを意味し、また許容入射角変動は 0.09 度とほぼ平行光

できる。

【0043】次に、回折格子9の回折効率について式を用いて詳しく説明する。なお、これに関する参考文献として「光波電子工学」(西原浩、小山次郎著 コロナ社刊)がある。回折格子9の回折効率は回折格子9の種類で異なる。一般に、 Q 値と呼ばれる回折格子9の状態を表すファクターが有り、それは次に示す(1)式のように表される。

$$\dots \dots (1)$$

い。

【0046】今、 1000 本/mmの回折格子9があったと仮定する。光源2がアルゴンレーザ光源であると仮定することで入射する波長を $\lambda = 514.5 \text{ nm}$ 、回折格子9がガラスであると仮定することで屈折率を $n = 1.5$ とすると、回折格子9の周期 Λ は回折格子9のピッチより $\Lambda = 1/1000 = 0.001 \text{ mm}$ であるので、この回折格子9のブラッグ角(回折効率最大が得られる角度) θ_1 は、次の(2)式より $\theta_1 \approx 9.88$ 度と計算できる。

$$\dots \dots (2)$$

(3)式より $\theta_{11} \approx 7.39$ 度と計算できる。

$$\dots \dots (3)$$

(4)式より $\Delta\theta = \pm 0.1 \text{ mrad} \approx \pm 0.06$ 度と計算できる。

$$\dots \dots (4)$$

算できる。

$$\dots \dots (5)$$

わちボリュームタイプの回折格子となる。

【0055】ここで、回折格子9の回折効率 η は、次の(6)式で与えられる整合条件 χ によって次の(7)式で計算される。

$$\dots \dots (6)$$

以外は回折しないで透過するか反射してしまうことになる。この許容入射角変動の値は回折格子9等の条件でいろいろ変更することが可能であり、条件を最も適切になるように設定することで実用的な系が設計できる。

【0058】この実施例1によるフーリエ変換光学系装

置においては、このような光信号をほぼ平行光に近い状態の光信号とそうでない光信号とに効率よく分離するための回折格子 9 を、ブラッグの条件を満たすブラッグ角で空間周波数フィルタ 6 の後方の光路に挿入している。フーリエ変換レンズ 5 を透過した後の光信号はこの回折格子 9 によって、ほぼ平行光に近い波面の光信号のみが 10 高い効率で回折されるが、平行光とは異なる例えば球面波のような波面をもつ光信号はその回折効率が低くなる。その結果、欠陥からの反射光以外の余分な迷光、例えばレンズの裏面反射光などは信号検出手段 8 が配置された欠陥検出位置にはほとんど到達しなくなって、ノイズ信号成分が最小となる。また、空間周波数フィルタ 6 を透過してきた繰り返しパターンからの光についても同様の結果となって欠陥信号以外は検出位置に到達し難くなるので、前記欠陥検出位置では抽出したい欠陥信号とそれ以外の背景光との間の S/N 比を大きくすることができる。

【 0 0 5 9 】なお、その他の基本的な動作については、図 8 で説明した従来の場合と同様であるためその説明は省略する。

【 0 0 6 0 】実施例 2. 次に、この発明の実施例 2 を図について説明する。図 2 は請求項 2、7、12 および 14 に記載した発明の一実施例によるフーリエ変換光学系装置を示す構成図である。図において、1 は参照物体、2 は光源、4 は反射ミラー、5 はフーリエ変換レンズ、6 は空間周波数フィルタ、8 は信号検出手段、9 は回折格子であり、図 1 において同一符号を付した部分に相当するものである。なお、この実施例 2 はフーリエ逆変換レンズ 7 が削除され、光路中のフーリエ変換レンズ 5 の後方（この場合には空間周波数フィルタ 6 の後）設置された回折格子 9 が光軸に垂直に設置されている点で実施例 1 と相違している。なお、図中、 f_1 はフーリエ変換レンズ 5 の焦点距離、 m は倍率であり、参照物体 1 はフーリエ変換レンズ 5 より $f_1 + (f_1 / m)$ だけ離れた位置に配置され、信号検出手段 8 はフーリエ逆変換レンズ 7 より $f_1 + m f_1$ だけ離れた欠陥検出位置に配置されている。

【 0 0 6 1 】次に動作について説明する。この実施例 2 によるフーリエ変換光学系装置においても、その回折格子 9 は実施例 1 で説明したものと同様の条件で構成されている。この回折格子 9 は光軸に対して垂直に光路に挿入され、フーリエ変換レンズ 5 を透過した後の光信号をほぼ平行光に近い状態の光信号とそうでない光信号とに効率よく分離する。すなわち、ほぼ平行光に近い波面の光信号はこの回折格子 9 によって高い効率で回折されるが、平行光とは異なる例えば球面波のような波面をもつ光信号の回折効率は低くなる。この実施例 2 においては、フーリエ変換レンズ 5 のみでフーリエ逆変換レンズ 7 がいないことから、回折格子 9 に入射する光成分のうち、回折させたい欠陥からの信号光は平行光ではない

が、回折格子 9 の位置では角度変化が非常に小さいので回折格子 9 の回折許容角の範囲内になるため、回折効率は十分高いものとなる。それに比べてパターンからの信号は、空間周波数フィルタ 6 の近傍で極端に収束するため角度変化が大きく、回折格子 9 の位置では許容角外の入射角成分の光信号が大半を占めて回折効率は低いものとなる。その結果、欠陥からの反射光以外の余分な迷光、例えばレンズの裏面反射光などは信号検出手段 8 が配置されている欠陥検出位置にはほとんど到達しなくなるので、ノイズ信号成分が最小となる。また、空間周波数フィルタ 6 を透過してきた繰り返しパターンからの光についても同様の結果となって、欠陥信号以外は前記欠陥検出位置に到達し難くなるので、欠陥検出位置では抽出したい欠陥信号とそれ以外の背景光との間の S/N 比を大きくすることができる。

【 0 0 6 2 】実施例 3. 次に、この発明の実施例 3 を図について説明する。図 3 は請求項 3、7 および 13 に記載した発明の一実施例によるフーリエ変換光学系装置を示す構成図である。図において、1 は参照物体、2 は光源、4 は反射ミラー、5 はフーリエ変換レンズ、7 はフーリエ逆変換レンズ、8 は信号検出手段、9 は回折格子で、図 1 において同一符号を付した部分に相当するものである。なお、この実施例 3 は空間周波数フィルタ 6 が削除され、フーリエ変換レンズ 5 を透過した光信号がブラッグの条件を満たすブラッグ角で設置された回折格子 9 に直接入射されている点で実施例 1 と相違している。

【 0 0 6 3 】次に動作について説明する。この実施例 3 によるフーリエ変換光学系装置においても、その回折格子 9 は実施例 1 で説明したものと同様の条件で構成されている。この回折格子 9 はブラッグの条件を満たすブラッグ角で光路に挿入され、フーリエ変換レンズ 5 を透過した後の光信号をほぼ平行光に近い状態の光信号とそうでない光信号とに効率よく分離する。すなわち、パターン上での平面からの反射光などのほぼ平行光に近い波面の光信号はこの回折格子 9 によって高い効率で回折されるが、平行光とは異なる例えば球面波のような波面をもつ光信号の回折効率は低くなる。その結果、参照物体 1 上の欠陥やパターンのエッジ部分からの反射光などの散乱・回折光成分のみがこの回折格子 9 で回折され、余分な迷光やレンズの裏面反射光などはフーリエ変換レンズ 5 を透過した後に平行光に近い波面となる光成分はこの回折格子 9 での回折効率が低くなる。従って、フーリエ逆変換レンズ 7 によって逆変換された光が到達する欠陥検出位置ではノイズ信号成分が最小となる。また、繰り返しパターンからの光についても同じく回折効率が低くなるので、信号検出手段 8 が配置された前記欠陥検出位置では抽出したい欠陥やパターンエッジなどの光信号と、それ以外の繰り返しパターンや背景光との間の S/N 比を大きくすることができる。

【 0 0 6 4 】実施例 4. 次に、この発明の実施例 4 を図

について説明する。図 4 は請求項 4、7 および 14 に記載した発明の一実施例によるフーリエ変換光学系装置を示す構成図である。図において、1 は参照物体、2 は光源、4 は反射ミラー、5 はフーリエ変換レンズ、8 は信号検出手段、9 は回折格子で、図 1 において同一符号を付した部分に相当するものである。なお、この実施例 4 は空間周波数フィルタ 6 とフーリエ逆変換レンズ 7 とが削除され、回折格子 9 が光軸に垂直に設置されている点で実施例 1 と相違している。

【0065】次に動作について説明する。この実施例 4 によるフーリエ変換光学系装置においても、その回折格子 9 は実施例 1 で説明したものと同様の条件で構成されている。この回折格子 9 は光軸に対して垂直に光路に挿入され、フーリエ変換レンズ 5 を透過した後の光信号をほぼ平行光に近い状態の光信号とそうでない光信号とに効率よく分離する。すなわち、ほぼ平行光に近い波面の光信号はこの回折格子 9 によって高い効率で回折されるが、平行光とは異なる例えば球面波のような波面をもつ光信号の回折効率は低くなる。この実施例 4 においては、フーリエ変換レンズ 5 のみでフーリエ逆変換レンズ 7 がいないことから、回折格子 9 に入射する光成分のうち、回折させたい欠陥からの信号光は平行光ではないが、回折格子 9 の位置では角度変化が非常に小さいので回折格子 9 の回折許容角の範囲内になるため、回折効率は十分高いものとなる。それに比べてパターンからの信号は、空間周波数フィルタ 6 の近傍で極端に収束するため角度変化が大きく、回折格子 9 の位置では許容角外の入射角成分の光信号が大半を占めて回折効率は低いものとなる。その結果、欠陥やパターンのエッジ部分からの反射光など検出したい光成分は効率よく回折され、それ以外の光成分、すなわち検出には余分な、例えばレンズの裏面反射光や繰り返しパターンからの光などの迷光は回折効率が低くなる。従って、信号検出手段 8 が配置されている欠陥検出位置では、抽出したい欠陥信号やパターンエッジからの光とそれ以外の背景光との間の S/N 比を大きくすることができ、

【0066】実施例 5。次に、この発明の実施例 5 を図について説明する。図 5 は請求項 5 に記載した発明の一実施例によるフーリエ変換光学系装置を示す構成図である。図において、1 は参照物体、2 は光源、4 は反射ミラー、5 はフーリエ変換レンズ、6 は空間周波数フィルタ、7 はフーリエ逆変換レンズ、8 は信号検出手段、9 は回折格子で、図 1 において同一符号を付した部分に相当するものである。また、10 は信号検出手段 8 よりも前方（この場合にはフーリエ逆変換レンズ 7 の前）の光路中に新たに付け加えられた偏光板である。

【0067】次に動作について説明する。ここで、基本的な動作は実施例 1 の場合と同様であるためその説明は割愛し、偏光板 10 の作用について説明する。この実施例 5 によるフーリエ変換光学系装置においては、信号検

出手段 8 よりも前のフーリエ逆変換レンズ 7 の直前に偏光板 10 が設置されており、この偏光板 10 によって検出光の偏光成分を S と P で自由に選択できるようにしている。一般に、特定の偏光で照明した場合には、パターンからの正反射光成分は全て照明時の偏光と同じ偏光となっているため、光学系を透過してきたパターンからの光成分、例えば回折格子 9 で回折してしまう直進光成分がある場合、それは偏光板 10 によって大半が除去できる。その結果、パターンエッジや異物などからの、乱れた偏光面成分を持ち、偏光板 10 をすり抜ける偏光面成分を持った反射回折光のみが透過して信号検出手段 8 が配置された欠陥検出位置に至る。従って、欠陥検出位置では抽出したい欠陥信号をそれ以外の背景ノイズ光や除去したいパターン光から容易に分離することができ、実施例 1 の場合よりさらに高い S/N 比で信号として検出できる。

【0068】実施例 6。次に、この発明の実施例 6 を図について説明する。図 6 は請求項 6 に記載した発明の一実施例によるフーリエ変換光学系装置を示す構成図である。図において、1 は参照物体、2 は光源、4 は反射ミラー、5 はフーリエ変換レンズ、6 は空間周波数フィルタ、7 はフーリエ逆変換レンズ、8 は信号検出手段、9 は回折格子、10 は偏光板で、図 5 において同一符号を付した部分に相当するものである。また、11 は光路中の参照物体 1 よりも後方で偏光板 10 よりも前方（この場合には偏光板 10 の直前）に新たに付け加えられた 1/4 波長板である。

【0069】次に動作について説明する。ここで、基本的な動作は実施例 5 の場合と同様であるためその説明は割愛し、1/4 波長板 11 の作用について説明する。この実施例 6 によるフーリエ変換光学系装置においては、偏光板 10 の直前の光路中に 1/4 波長板 11 が設置されている。この 1/4 波長板 11 は光路内で往復する光の偏光面を変える働きを持っている。すなわち、光路内で往復する光の偏光面を変えることによって、偏光板 10 に到達する光のうち、光路内を往復している、光路途中の光学素子等によって発生する裏面反射光の偏光面を変え、その通過を偏光板 10 によって阻止できるようにする。これによって、実施例 5 の場合よりさらに検出信号光の背景ノイズ光を減らすことが可能となり、S/N 比をより高めることができる。

【0070】実施例 7。なお、上記各実施例においては、光源 2 から放射された光を正入射の状態参照物体に照射するものを示したが、斜入射の状態で照射するようにしてもよい。図 7 は請求項 8 に記載したそのような発明の一実施例によるフーリエ変換光学系装置を示す構成図であり、各部には図 1 の相当部分と同一符号を付してその説明を省略する。この実施例 7 の光学系は基本的には実施例 1 とほぼ同一であるが、入射光をフーリエ変換レンズ 5 の側方から、参照物体 1 を斜方より照明する

形で導入している点で異なっている。

【 0 0 7 1 】次に動作について説明する。この実施例 7 によるフーリエ変換光学系装置の動作は先に実施例 1 のところで説明したものと基本的には同一である。しかしながら、この実施例 7 では照明光を参照物体 1 に斜方より入射することにより、正反射光はフーリエ変換の光路の外へ導かれてしまい、参照物体 1 のパターンからの散乱・回折光のみがフーリエ変換の光路に導入されることとなる。その結果、パターンエッジや欠陥からの散乱・回折光信号以外は欠陥検出位置に到達し難くなるので、信号検出手段 8 が配置されている欠陥検出位置では抽出したい欠陥信号とそれ以外の背景光との間の S N 比をより大きくすることができる。特に、参照物体 1 が平面パターンを多く含むような形状をしている場合にはその効果は高いものとなる。

【 0 0 7 2 】実施例 8. また、上記各実施例では参照物体 1 を照明する光の性質について特に規定してはいなかったが、光源 2 より放射される光をバンドパスフィルタなどを用いて単色光にするようにしてもよい。このように参照物体 1 を照明する光を単色光とすることで、参照物体 1 の表面にスペckル等の照明ムラが発生することを防止でき、しかも空間周波数フィルタ 6 においても回折格子 9 においても、信号の取捨選択が容易に行えるフーリエ変換光学系装置が得られて、良好な検出信号を得ることが可能となる。

【 0 0 7 3 】実施例 9. また、上記実施例 9 では参照物体 1 を照明する光を単色光にした場合について説明したが、光源 2 にレーザ光源等を用いて可干渉光にするようにしてもよい。このように参照物体 1 を照明する光を可干渉光とすることで、光源 2 から得られる光エネルギーが飛躍的に大きくなり、しかも回折格子 9 の回折効率が極めてよいものとなる。さらに空間周波数フィルタ 6 においても回折格子 9 においても、信号の取捨選択を確実かつ効率的に行うことのできるフーリエ変換光学系装置が得られる。

【 0 0 7 4 】実施例 1 0. また、上記各実施例では入射光の整形に関しては特に言及していないが、入射光を平行光に整形するようにしてもよい。このように入射光を平行光に整形することにより、照明領域の大きさを自由に設定することが容易となるとともに、検出視野を大きくとっても視野内がほぼ均一な照明条件となり、しかもその検出視野面積をかなり大きくすることが可能なフーリエ変換光学系装置を得ることができる。

【 0 0 7 5 】実施例 1 1. また、上記実施例 1 0 では入射光を平行光に整形するものを示したが、入射光をガウシアンビームもしくはそれに近い形状に整形するようにしてもよい。このように入射光をガウシアンビームもしくはそれに近い形状に整形することで、照明領域を容易に自由に設定できるとともに、照明位置、照明条件を任意にコントロールすることが可能となり、参照物体 1 の

表面状態、パターンにあわせた照明が可能となり、レーザなどの可干渉光を用いる場合には特にスペckルノイズの少ない検出光が得られるフーリエ変換光学系装置を得ることができる。

【 0 0 7 6 】実施例 1 2. また、上記各実施例においては、信号検出手段 8 が捕集する回折格子 9 による回折光のうちの 1 次回折光を検出光として選んでいる場合について説明したが、前記回折光のうちの 0 次光以外の 1 つの回折光を検出光に選択するようにしてもよい。参照物体 1 のパターンと回折格子 9 の組み合わせ方や回折格子 9 の種類や設置条件によっては、1 次回折光以外の他の次数の回折光の回折効率が高くなる場合があるため、回折効率が最も高い回折光を検出光に選ぶ方が検出効率がよくなる。従って、被検物のパターン形状によって決まる 0 次光以外の特定の次数の回折光で光強度が強いものを 1 つ選び、それを信号検出手段 8 が欠陥を検出するための検出光として捕集する。

【 0 0 7 7 】実施例 1 3. また、上記実施例 1 2 では 0 次光以外の 1 つの回折光を検出光に選択する場合について説明したが、検出光として 0 次光以外の 2 つ以上の回折光を選択するようにしてもよい。回折格子 9 の空間周波数によっては回折光の回折角が小さくなってしまい、1 つだけを分離するのは物理的に無理な場合がある。従って、被検物のパターン形状によって決まる 0 次光以外の特定の次数の回折光で光強度が強いものを複数選択して、それらを信号検出手段 8 が欠陥を検出するための検出光として捕集する。

【 0 0 7 8 】実施例 1 4. また、実施例 1 2, 1 3 では信号検出手段 8 が欠陥を検出するための検出光として 0 次光以外の回折光を選択するものを示したが、フーリエ逆変換レンズ 7 にて 0 次光以外の回折光を複数選択・捕集してフーリエ逆変換するようにしてもよい。実施例 1, 3, 5 ~ 7 に示したフーリエ変換光学系装置では、フーリエ逆変換レンズ 7 で検出光を捕集しているためその物理的制約は大きなものとなる。この場合、複数の次数の回折光を集光してフーリエ逆変換し、それを検出光とすることによって、その物理的な制約を緩和することができる。しかしこの場合、フーリエ逆変換をするのは複数の回折光であっても、検出において回折光を任意に選ぶこともできる。その場合も 0 次以外の次数の回折光を検出光とする必要がある。

【 0 0 7 9 】実施例 1 5. また、上記各実施例では回折格子 9 について特に規定してはいなかったが、この回折格子 9 は次のようなもののなかなどから自由に選択できるものである。第 1 に位相タイプの格子縞が形成されている市販回折格子で、一般にはロンキールーリングなどで削ったタイプや、そのレプリカが多い。また写真工学的に作製した後に化学処理で位相タイプに変換することもできる、半導体等で利用されているようなプロセス技術や写真製版技術を使うと非常に微細な格子縞が得られ

る。しかも、エッチングプロセスや成膜技術や蒸着技術を駆使することで回折格子の形状を、鋸刃状や矩形状や階段状などの表面レリーフタイプのものから、内部の屈折率だけを変化させたものまで、数々のタイプの回折格子を適用することが可能である。第2に写真工学的に作製する主に振幅タイプと呼ばれる回折格子がある。振幅タイプは位相タイプに比べ回折効率の点では劣るが、広い面積で任意のピッチの回折格子を安価に得ることができる。研究室や実験室で自作することも可能であり、任意の条件の回折格子が安価に得られるのが大きな利点である。第3に、近年発達してきた電気工学材料や液晶などの実時間動作の光学素子を利用することも可能であり、実時間素子としての、物理的な取り外しや付け変え作業をしなくても任意のパターンを好きなときに自由に得られるという点が大きな利点となる。第4に計算機で理論計算したものを表示媒体やプリンターなどで書き出し、それをマスターパターンとして回折格子材料にパターンを形成する計算機合成回折格子の作り方がある。これを行えば、回折効率や回折角を自由に設計できる。例えば、検出光学系をコンパクトにしたり、特定の回折光を強くしたりすることが任意に行える。

【 0 0 8 0 】

【発明の効果】以上のように、請求項1に記載の発明によれば、参照物体からフーリエ変換レンズ、空間周波数フィルタ、フーリエ逆変換レンズを経て信号検出手段に至る光路内のフーリエ変換レンズの後方に回折格子を配置するように構成したので、フーリエ変換後の平行光およびそれに近い波面の光成分はこの回折格子で回折されるが、球面波などの回折格子への入射角度条件が異なる波面は回折効率が低いために大半が回折されず、検出光にこの回折光を採用すれば、フーリエ変換後の検出光は、参照物体パターンの中の繰り返さないパターンや、散乱光が発生するパターンエッジ、異物、欠陥などからの光となり、背景ノイズとなる消え残りパターンやレンズや光学素子からの裏面反射光等の迷光を最小限度におさえることができ、より高いS/N比で検出信号が得られるフーリエ変換光学系装置を得ることができる効果がある。

【 0 0 8 1 】 また、請求項2に記載の発明によれば、参照物体からフーリエ変換レンズ、空間周波数フィルタを経て信号検出手段に至る光路内のフーリエ変換レンズの後方に回折格子を配置するように構成したので、フーリエ変換後の平行光およびそれに近い波面の光成分のみを回折させて、背景ノイズとなる消え残りパターンやレンズや光学素子からの裏面反射光等の迷光を最小限度におさえることが可能となり、より高いS/N比で検出信号を得ることができる効果がある。

【 0 0 8 2 】 また、請求項3に記載の発明によれば、参照物体からフーリエ変換レンズ、フーリエ逆変換レンズを経て信号検出手段に至る光路内のフーリエ変換レンズ

の後方に回折格子を配置するように構成したので、フーリエ変換後の平行光およびそれに近い波面の光成分を回折させて、背景ノイズとなる消え残りパターンやレンズや光学素子からの裏面反射光等の迷光を最小限度におさえることが可能となり、より高いS/N比で検出信号を得ることができる効果がある。

【 0 0 8 3 】 また、請求項4に記載の発明によれば、参照物体からフーリエ変換レンズを経て信号検出手段に至る光路内のフーリエ変換レンズの後方に回折格子を配置するように構成したので、フーリエ変換後の平行光およびそれに近い波面の光成分を回折させて、背景ノイズとなる消え残りパターンやレンズや光学素子からの裏面反射光等の迷光を最小限度におさえることが可能となり、より高いS/N比で検出信号を得ることができる効果がある。

【 0 0 8 4 】 また、請求項5に記載の発明によれば、参照物体から信号検出手段に至る光路内にさらに偏光板を配置するように構成したので、検出光の偏光成分をSとPで自由に選択することが可能となり、一般に特定の偏光で照明した場合には、パターンからの正反射光成分は全て照明時の偏光と同じ偏光となっているため、光学系をすり抜けてきたパターンからの光成分、例えば回折格子で回折してしまう直進光成分が有る場合、その大半を偏光板によって除去することができ、結果として、パターンエッジや異物等の乱れた偏光面成分を持ち偏光板をすり抜ける偏光面成分を持つ反射回折光のみが透過して信号検出手段に至ることとなり、背景ノイズ光や除去したいパターン光から検出光を確実に分離できて、検出信号のS/N比をさらに高いものとすることができる効果がある。

【 0 0 8 5 】 また、請求項6に記載の発明によれば、光路内の参照物体と偏光板の間にさらに1/4波長板を配置するように構成したので、光路内で往復する光の偏光面がこの1/4波長板によって変えられるため、偏光板に到達する光のうち、光路内を往復している、光路途中の光学素子等によって発生する裏面反射光を偏光面が変わってその通過が偏光板によって阻止され、検出光の背景ノイズ光をさらに減らし、検出信号のS/N比をより高いものとすることができる効果がある。

【 0 0 8 6 】 また、請求項7に記載の発明によれば、正入射の状態の入射光で参照物体を照明するように構成したので、参照物体からの全ての反射光をフーリエ変換レンズが最大限に受光できるフーリエ変換光学系装置が得られる効果がある。

【 0 0 8 7 】 また、請求項8に記載の発明によれば、斜入射の状態の入射光で参照物体を照明するように構成したので、フーリエ変換レンズが参照物体からの反射散乱光を最大限に受光し、かつ迷光となる正反射光は受光しないですむようなフーリエ変換光学系装置が得られる効果がある。

【0088】また、請求項9に記載の発明によれば、参照物体のパターン形状で定まる特定の次数の回折光で光強度が強いものを選択してそれを検出光とするように構成したので、回折格子によって回折した光信号のうちの最も光強度が高い任意の次数の回折光を検出光にした、検出効率の高いフーリエ変換光学系装置を得ることができる効果がある。

【0089】また、請求項10に記載の発明によれば、回折格子によって回折した光信号のうちから、参照物体のパターン形状で定まる特定の次数の回折光で光強度が強いものを複数選択するように構成したので、さらに、回折光の回折角が小さな場合の信号検出が容易になる効果がある。

【0090】また、請求項11に記載の発明によれば、回折格子によって回折した光信号のうち、被検物のパターン形状によって決まる特定の次数の回折光で光強度が強いものを複数選択してフーリエ変換レンズで捕集するように構成したので、回折格子の空間周波数によって回折光の回折角が小さくなり、その1つだけを分離するのは物理的に無理な場合でも、複数の回折光を捕集するものであるため、フーリエ逆変換レンズの物理的な制約を緩和することができる効果がある。

【0091】また、請求項12に記載の発明によれば、回折格子を空間周波数フィルタの後方に配置するように構成したので、空間周波数フィルタを透過した光信号のみを回折格子で回折することができ、検出光とそれ以外の背景光との間のS/N比を大きくすることができる効果がある。

【0092】また、請求項13に記載の発明によれば、回折格子をブラッグ角に配置するように構成したので、回折格子の回折効率が最大となるようなフーリエ変換光学系装置が得られる効果がある。

【0093】また、請求項14に記載の発明によれば、回折格子を光軸に垂直に配置するように構成したので、

回折格子が入射する光の光路差が同じで波面の条件も同じ状態で光を回折して信号検出手段に余分な迷光が到達し難くなるため、検出光とそれ以外の背景光との間のS/N比をより大きくすることができる。また、レンズの収差が小さくなるため、像として検出する場合に非常に良い状態の像が得られるなどの効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例1によるフーリエ変換光学系装置を示す構成図である。

【図2】この発明の実施例2によるフーリエ変換光学系装置を示す構成図である。

【図3】この発明の実施例3によるフーリエ変換光学系装置を示す構成図である。

【図4】この発明の実施例4によるフーリエ変換光学系装置を示す構成図である。

【図5】この発明の実施例5によるフーリエ変換光学系装置を示す構成図である。

【図6】この発明の実施例6によるフーリエ変換光学系装置を示す構成図である。

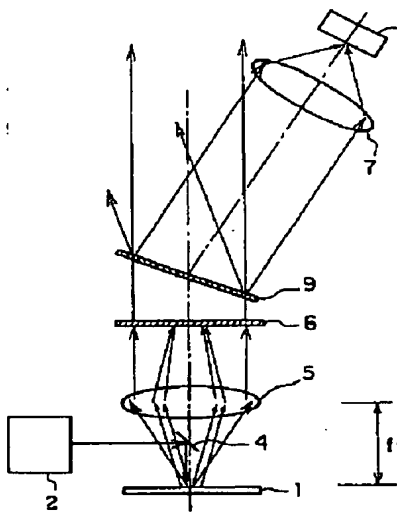
【図7】この発明の実施例7によるフーリエ変換光学系装置を示す構成図である。

【図8】従来のフーリエ変換光学装置を示す構成図である。

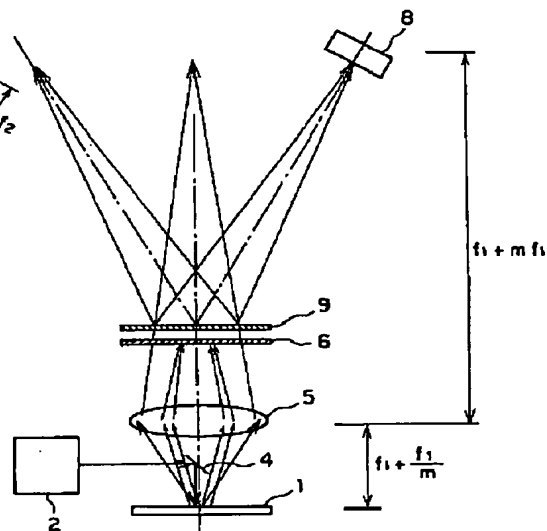
【符号の説明】

- 1 参照物体
- 2 光源
- 4 光導入手段（反射ミラー）
- 5 フーリエ変換レンズ
- 6 空間周波数フィルタ
- 7 フーリエ逆変換レンズ
- 8 信号検出手段
- 9 回折格子
- 10 偏光板
- 11 1/4波長板

【図 1】

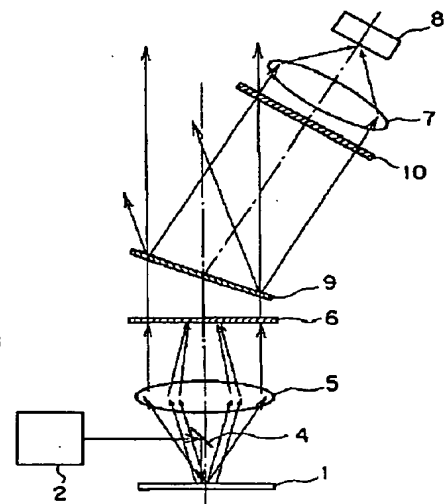


【図 2】



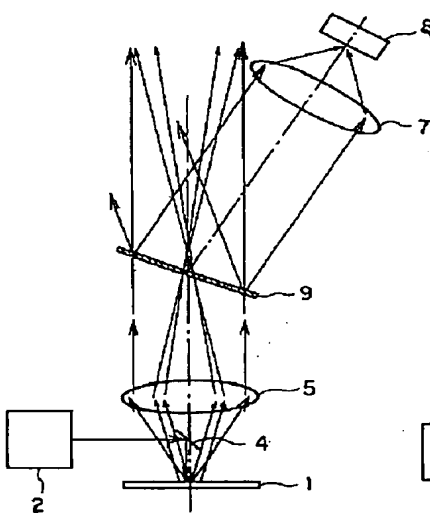
- 1: 参照物体
2: 光源
4: 光導入手段 (反射ミラー)
5: フーリエ変換レンズ
6: 空間周波数フィルタ
7: フーリエ逆変換レンズ
8: 信号検出手段
9: 回折格子

【図 5】

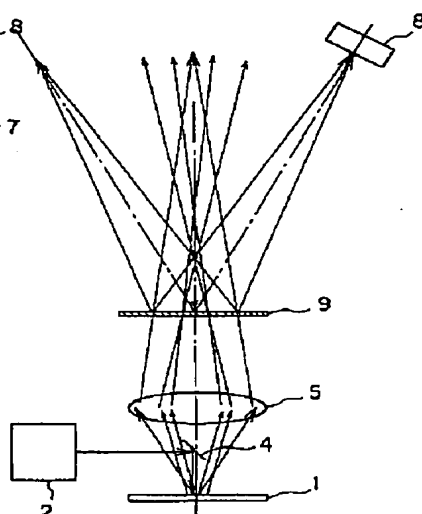


10: 偏光板

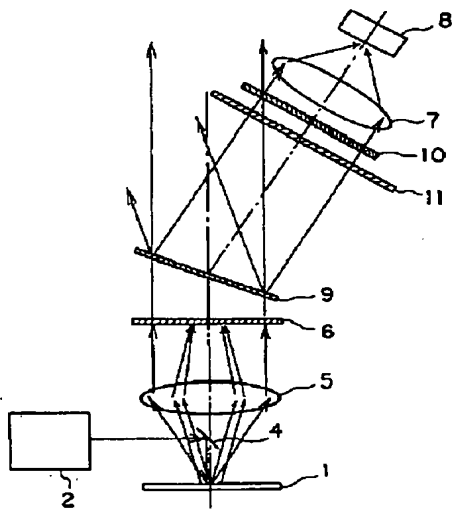
【図 3】



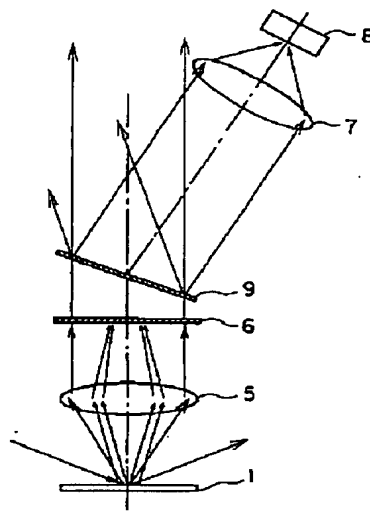
【図 4】



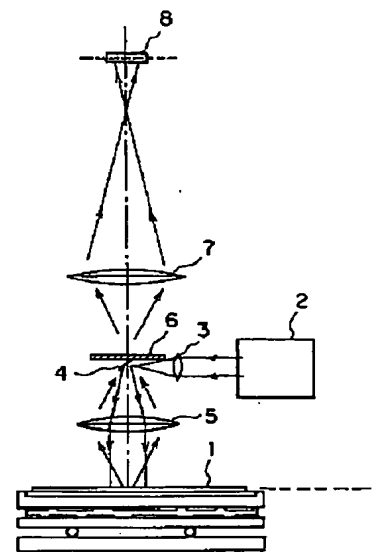
【図 6】

11: $\frac{1}{4}$ 波長板

【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72) 発明者 満田 博志

尼崎市塚口本町 8 丁目 1 番 1 号 三菱電機
株式会社生産技術研究所内